

PCT/JP2004/013424

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

21.09.2004

REC'D 15 OCT 2004

WIPO

PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2003年 9月16日

出 願 番 号  
Application Number: 特願2003-323240  
[ST. 10/C]: [JP2003-323240]

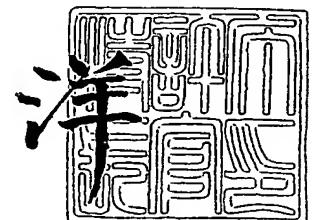
出 願 人  
Applicant(s): NTN株式会社

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 8月11日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



出証番号 出証特2004-3071833

【書類名】 特許願  
【整理番号】 KP05681-14  
【提出日】 平成15年 9月16日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 F16C 19/44  
【発明者】  
    【住所又は居所】 静岡県磐田市東貝塚 1 5 7 8 番地 N T N株式会社磐田製作所内  
    【氏名】 新名 正敏  
【発明者】  
    【住所又は居所】 静岡県磐田市東貝塚 1 5 7 8 番地 N T N株式会社内  
    【氏名】 大石 真司  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000102692  
    【氏名又は名称】 N T N株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100074206  
    【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区日本橋 1 丁目 1 8 番 1 2 号 鎌田特許事務所  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 鎌田 文二  
    【電話番号】 06-6631-0021  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100084858  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 東尾 正博  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100087538  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 鳥居 和久  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 009025  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

プレス加工で形成されるシェル型外輪の内径面に沿って、複数の針状ころを配列したシェル型針状ころ軸受において、前記外輪の内径面の面粗度を外径面の面粗度よりも細かくしたことを特徴とするシェル型針状ころ軸受。

**【請求項 2】**

前記外輪内径面の周方向面粗度を  $Ra\ 0.05 \sim 0.3\ \mu m$  とした請求項 1 に記載のシェル型針状ころ軸受。

**【請求項 3】**

前記外輪内径面の軸方向面粗度を  $Ra\ 0.3\ \mu m$  以下とした請求項 2 に記載のシェル型針状ころ軸受。

**【請求項 4】**

前記外輪内径面の面粗度を外径面よりも細かくする手段が、前記シェル型外輪を形成するプレス加工にしごき工程を設け、このしごき工程における前記外輪の外径面となる外径側しごき面での潤滑条件を、略流体潤滑状態とするものである請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載のシェル型針状ころ軸受。

**【請求項 5】**

前記プレス加工の絞り工程での絞り回数を 3 回以下とし、前記しごき工程を、最終回の前記絞り工程と同時に行う絞りしごき工程とした請求項 4 に記載のシェル型針状ころ軸受。

**【請求項 6】**

前記絞り工程での絞り回数を 1 回とし、前記しごき工程をこの 1 回の絞り工程と同時に行う絞りしごき工程とした請求項 5 に記載のシェル型針状ころ軸受。

**【請求項 7】**

前記シェル型外輪の素材をリン酸塩皮膜処理鋼板とした請求項 4 乃至 6 のいずれかに記載のシェル型針状ころ軸受。

【書類名】明細書

【発明の名称】シェル型針状ころ軸受

【技術分野】

【0001】

この発明は、シェル型針状ころ軸受に関するものである。

【背景技術】

【0002】

外輪の内径面に沿って複数の針状ころを配列した針状ころ軸受には、絞り工程を含むプレス加工で形成されたシェル型外輪を用いるものがある（例えば、特許文献1参照。）。このシェル型外輪を用いるシェル型針状ころ軸受は、製造コストが安価となる経済的優位性から、自動車部品を始めとして、その用途は多岐に渡っている。

【0003】

従来のシェル型外輪のプレス加工の概略工程は、以下の通りである。まず、絞り工程で円形ブランクをカップ状に成形し、決め押し工程でカップ底コーナ部を所定のコーナ半径に決め押しする。こののち、底抜き工程でカップ底中央部を打ち抜いて外輪の一方の鏝を形成し、トリミング工程でカップ上端部を均一な高さにトリミングする。絞り工程または決め押し工程の後に、しごき工程を加える場合もある。通常、これらのプレス加工は、トランスファプレスや順送りプレスを用いて行われ、トランスファプレスを用いる場合は、円形ブランクの打ち抜き工程も一緒に組み込まれることが多い。なお、外輪の他方の鏝は、熱処理後の組立て工程で、カップ上端部を内方に折り曲げることにより形成される。

【0004】

前記シェル型外輪のブランク素材には、SCM415等の肌焼鋼の鋼板が用いられ、所定の製品強度を確保するために、プレス加工後に浸炭焼入れ、焼戻し等の熱処理を施される。肌焼鋼の鋼板はSPCC等の軟鋼板に較べて炭素含有量が多く、絞り性の目安となる $r$ 値が低いので、絞り工程での絞り回数を複数回に分けて、1回当たりの絞り比を小さく設定している。

【0005】

【特許文献1】特許第3073937号公報（第1-2頁、第1-3図）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上述したプレス加工で形成されるシェル型外輪は、削り加工で形成される外輪よりも内径面の面粗度が粗くなる。通常、削り加工で形成される外輪の内径面の面粗度は $Ra0.05\mu m$ 程度であるのに対して、シェル型外輪の内径面の面粗度は $Ra0.4\mu m$ 程度である。このため、従来のシェル型針状ころ軸受は、外輪が削り加工で形成されたものより低コストではあるが、内径面での針状ころの転走に伴う使用中の音響が削り加工品より大きい。

【0007】

近年、自動車の高品質化、高性能化および低コスト化が進み、これに伴って、カーエアコンやトランスミッション等に使用される軸受等の部品についても低コスト化と静粛性が要求されるようになってきている。

【0008】

そこで、この発明の課題は、シェル型針状ころ軸受における使用中の音響レベルを低減することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記の課題を解決するために、この発明は、プレス加工で形成されるシェル型外輪の内径面に沿って、複数の針状ころを配列したシェル型針状ころ軸受において、前記外輪の内径面の面粗度を外径面の面粗度よりも細かくした構成を採用した。

【0010】

すなわち、シェル型外輪の内径面の面粗度を外径面よりも細かくすることにより、この内径面での針状ころの転走に伴う使用中の音響レベルを低減できるようにした。

#### 【0011】

前記外輪内径面の周方向面粗度は、 $Ra\ 0.05\sim0.3\ \mu m$ とするのが好ましい。周方向面粗度の下限を $Ra\ 0.05\ \mu m$ としたのは、これよりも周方向面粗度が細かくなると内径面が滑らかになり過ぎると、転走する針状ころの弾性接触領域に保持される潤滑油が少なくなり、スミアリング等の表面損傷が生じやすくなるからである。周方向面粗度の上限を $Ra\ 0.3\ \mu m$ としたのは、以下の理由による。

#### 【0012】

本発明者らは、シェル型外輪の内径面の面粗度を変えたシェル型針状ころ軸受について、回転試験機を用いた音響測定試験を行い、内径面の周方向面粗度を細かくすると軸受の音響レベルが効果的に低減されることを知見し、後の図4に示すように、これを $Ra\ 0.3\ \mu m$ 以下にすると、音響レベルを大幅に低減できることを確認した。

#### 【0013】

この内径面の周方向面粗度が音響レベルの低減に特に効果があるのは、つぎのように考えられる。すなわち、針状ころのころ径に対してころの回転方向の凹凸（周方向面粗度）がある程度以上に粗くなると、針状ころの上下振動が大きくなって大きな音響が発生する。針状ころのころ径は比較的小さいので、周方向面粗度が $Ra\ 0.3\ \mu m$ を超えると、大きな音響が発生するものと思われる。

#### 【0014】

前記外輪内径面の軸方向面粗度は、 $Ra\ 0.3\ \mu m$ 以下とするのが好ましい。針状ころはころ径に較べてころ長が大きい。したがって、外輪内径面の幅方向の凹凸（軸方向面粗度）も針状ころの上下振動に影響し、軸方向面粗度が $Ra\ 0.3\ \mu m$ を超えると、音響が大きくなるものと思われる。

#### 【0015】

前記外輪内径面の面粗度を外径面よりも細かくする手段としては、前記シェル型外輪を形成するプレス加工にしごき工程を設け、このしごき工程における前記外輪の外径面となる外径側しごき面での潤滑条件を、略流体潤滑状態とする手段を採用することができる。

#### 【0016】

本発明者らは、プレス試験機を用いて、SCM415鋼板の絞りしごき試験を行い、カップ成形物の内外径面の面粗度を調査した。この結果、ダイス側（カップ成形物の外径側しごき面）に潤滑性の優れた高粘度プレス加工油を塗布すると、シェル型外輪の内径面となるカップ成形物の内径面における面粗度が外径面よりも細かくなることを見出した。図7にその一例を示すが、ブランク素材の面粗度は表裏面とも $Ra\ 0.49\ \mu m$ 程度であるのに対して、カップ成形物内径面の面粗度は $Ra\ 0.15\ \mu m$ と非常に細かくなっている。カップ成形物外径面の面粗度は $Ra\ 0.44\ \mu m$ であり、ブランク素材の面粗度とあまり変わっていない。なお、図7に示すカップ成形物内外径面の面粗度は、いずれも軸方向に測定したものであるが、周方向に測定した面粗度もこれらとほぼ同等である。この結果は、通常の絞りしごき加工で観察されるものと逆であり、通常の絞りしごき加工では、ダイスでしごかれるカップ成形物外径面の方が細かい面粗度となり、内径面の面粗度はブランク素材の面粗度とあまり変わらない。

#### 【0017】

上記の試験結果は、以下のように考えられる。すなわち、カップ成形物外径面の面粗度が素材の面粗度とあまり変わらなかったのは、カップ成形物の外径側しごき面では、加工される素材とダイスが殆ど接触しない略流体潤滑状態であったと考えられる。このようにダイス側の潤滑条件を略流体潤滑状態にすると、ダイスとの摩擦に起因する外径側しごき面での剪断力が殆どなくなって、ポンチとダイスの間のしごき部における応力が板厚方向で均一な圧縮応力状態となり、つぎの図8で検証されるように、素材が板厚方向で均一に減厚変形するようになる。

#### 【0018】

図8は、前記カップ成形物の上端部の板厚断面写真を示す。上記推定を検証するように、ダイス側に潤滑性の優れたプレス加工油を塗布したカップ成形物の上端部は、板厚方向で均一に軸方向へ延伸している。このように、素材が板厚方向で均一に減厚変形して軸方向へ延伸すると、ポンチに接触するカップ成形物の内径面がポンチ表面に沿って軸方向へ相対移動し、この相対移動によるポンチ表面との摺動で内径面の面粗度が細かくなったものと考えられる。一方、通常の絞りしごき加工によるカップ成形物の上端部は、外径面側の外径面側が優先的に減厚変形し、内径面側があまり減厚変形しないからである。このように、内径面側があまり減厚変形しない通常の絞りしごき加工では、カップ成形物の内径面がポンチ表面と殆ど相対移動しないので、その面粗度は素材とあまり変わらない。

#### 【0019】

前記外径側しごき面での潤滑条件を略流体潤滑状態とする加工方法では、図8に示したように、カップ成形物の上端面が板厚方向で均一になるので、ブランク径を小さくして歩留を向上させることができ、ブランク径を小さくすることにより、絞り加工に必要なプレス荷重も低減される。また、素材をポンチとダイスとの間で均一に減厚変形させることにより、外輪の内径真円度や筒部偏肉量を改善できることが期待される。

#### 【0020】

前記プレス加工の絞り工程での絞り回数を3回以下とし、前記しごき工程を、最終回の前記絞り工程と同時に進行絞りしごき工程とすることにより、プレス加工用の金型数と工程数を減らし、製造コストを低減することができる。また、絞り回数を減らすことにより、各金型の設定誤差等に起因するカップ成形物の寸法精度低下も抑制される。

#### 【0021】

なお、絞りしごき加工では、単なる絞り加工よりも大きな絞り比が得られることが知られている。すなわち、絞り加工では縮みフランジの変形抵抗とフランジ部でのしわ押さえ力に起因する引張応力によるポンチ肩部での破断で絞り限界が決まるが、絞りしごき加工では、このポンチ肩部に作用するフランジ側からの引張応力がしごき部で遮断されるので、絞り限界が高くなって大きな絞り比を得ることができる。

#### 【0022】

前記絞り工程での絞り回数を1回とし、前記しごき工程をこの1回の絞り工程と同時に進行絞りしごき工程とすることにより、製造コストの低減と外輪の寸法精度向上を、さらに促進することができる。

#### 【0023】

前記シェル型外輪の素材をリン酸塩皮膜処理鋼板とすることにより、前記しごき工程における外径側しごき面でのプレス加工油の保持能力を高め、より低級なプレス加工油を用いて、外径側しごき面での潤滑条件を略流体潤滑状態とすることができる。

#### 【発明の効果】

#### 【0024】

この発明のシェル型針状ころ軸受は、シェル型外輪の内径面の面粗度を外径面よりも細かくし、好ましくは、その周方向面粗度を  $Ra 0.05 \sim 0.3 \mu m$  としたので、低コストなシェル型のものでありながら、スミアリング等の表面損傷を発生させることなく、軸受使用中の音響レベルを低減できる。したがって、騒音の発生を嫌う用途に好適に使用することができる。

#### 【0025】

前記外輪内径面の面粗度を外径面よりも細かくする手段を、シェル型外輪を形成するプレス加工にしごき工程を設けて、このしごき工程における外輪の外径面となる外径側しごき面での潤滑条件を略流体潤滑状態とすることにより、カップ成形物の上端面が板厚方向で均一に近くなるので、ブランク径を小さくして歩留を向上させるとともに、絞り加工に必要なプレス荷重も低減することができる。また、素材がポンチとダイスとの間で均一に減厚変形するので、外輪の内径真円度や筒部偏肉量を改善することができる。

#### 【0026】

前記絞り工程での絞り回数を3回以下とし、しごき工程を、最終回の絞り工程と同時に行う絞りしごき工程とすることにより、プレス加工用の金型数と工程数を減らし、製造コストを低減することができる。絞り回数を減らすことにより、各金型の設定誤差等に起因する外輪の寸法精度低下も抑制することができる。

#### 【0027】

前記絞り工程での絞り回数を1回とし、しごき工程をこの1回の絞り工程と同時に行う絞りしごき工程とすることにより、製造コストの低減と外輪の寸法精度向上を、さらに促進することができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0028】

以下、図面に基づき、この発明の実施形態を説明する。このシェル型針状ころ軸受は、図1に示すように、プレス加工で形成されたSCM415製シェル型外輪1の内径面2に沿って、複数の針状ころ3を配列したものであり、各針状ころ3は、同じくプレス加工で形成されたSPCC製保持器4によって保持されている。外輪1の両端部には鏝1a、1bが形成されている。

#### 【0029】

図2は、前記シェル型外輪1を製造する概略の工程を示す。まずプレス加工により、SCM415リン酸塩皮膜処理鋼板の円形ブランクが、1回の絞りしごき工程でカップ成形物とされ、決め押し工程でカップ底コーナ部が所定のコーナ半径に決め押し成形される。絞りしごき工程では、ダイス側に潤滑性の優れたプレス加工油が塗布され、外径側しごき面での潤滑条件が略流体潤滑状態とされる。つぎに、底抜き工程でカップ底中央部が打ち抜かれて外輪1の一方の鏝1a（図1参照）が形成され、トリミング工程でカップ上端部が均一な高さにトリミングされる。こののち、プレス加工された外輪1は、熱処理工程で浸炭焼入れ、焼戻し処理を施され、最後の組立て工程で、他方の鏝1b（図1参照）が内方への折り曲げ加工により形成される。

#### 【0030】

上述した実施形態では、外輪のプレス加工における絞り工程を1回のみとし、しごき工程をこの1回の絞り工程と同時に行う絞りしごき工程としたが、絞り工程を3回以下の複数回とし、しごき工程を最終回の絞り工程と同時に行う絞りしごき工程としてもよく、しごき工程を絞り工程または決め押し工程の後で別に行ってもよい。

#### 【0031】

図2の製造工程で製造したシェル型外輪1について、その内径面2の周方向と軸方向の面粗度を測定した。測定した外輪1の寸法は、外径28mm、長さ16mm、肉厚0.95mmである。この測定には東京精密社製の表面粗さ測定機（サーフコム）を用い、外輪1を半円筒状に2分割して内径面2の面粗度を測定した。周方向面粗度は、外輪1の両端から各2mmの位置と長さ方向中央位置の3箇所測定し、軸方向面粗度は、周方向に90°の位相で4箇所測定した。なお、図7に示したように、ブランク素材の面粗度は表裏面ともRa0.49μm程度、外輪1の外径面となるカップ成形物外径面の面粗度は、周方向、軸方向ともRa0.44μm程度である。

#### 【0032】

図3(a)、(b)は、上記面粗度の測定結果の一例を示す。図3(a)は、外輪1の長さ方向中央位置で測定した周方向面粗度であり、Ra0.18μmと非常に細かくなっている。図示は省略するが、両端から各2mmの位置で測定した周方向面粗度もRa0.05~0.3μmの範囲にあり、ブランク素材や外径面の面粗度よりも細かくなっている。図3(b)は、1つの位相で測定した軸方向面粗度であり、Ra0.15μmとなっている。図示は省略するが、他の位相で測定した軸方向面粗度も、いずれもRa0.3μm以下と非常に細かくなっている。

#### 【0033】

#### 〔実施例A〕

実施例として、上記外輪内径面の周方向面粗度をRa0.05~0.3μmとしたシェ

ル型針状ころ軸受を用意した。これらの実施例のものは軸方向面粗度も  $Ra 0.3 \mu m$  以下となっている。比較例として、外輪内径面の周方向面粗度が  $Ra 0.3 \mu m$  を超えるシェル型針状ころ軸受も用意した。シェル型針状ころ軸受の寸法は、実施例、比較例とも外径  $28 mm$ 、長さ  $16 mm$  である。

#### 【0034】

上記実施例および比較例の各シェル型針状ころ軸受を回転試験機に取り付け、音響測定試験を行った。試験条件は、以下の通りである。

- ・回転速度： $4800 rpm$
- ・ラジアル荷重： $180 N$
- ・潤滑：粘度  $2 cSt$  油塗布
- ・音響測定位置：軸受から  $45^\circ$  方向で距離  $100 mm$  の位置

#### 【0035】

図4は、上記音響測定試験における音響レベルの測定結果を示す。この測定結果より、内径面の周方向面粗度を  $Ra 0.05 \sim 0.3 \mu m$  とした実施例のものは、いずれも音響レベルが  $60 dB$  以下となり、比較例のものに較べて音響レベルが著しく低減されていることが分かる。

#### 【0036】

##### 〔実施例B〕

表1は、図2の製造工程で製造したシェル型外輪（実施例1～6）と、従来の製造工程で製造したシェル型外輪（比較例1～6）について、その内径真円度と筒部偏肉量を測定した結果を示す。測定した外輪の寸法は、外径  $28 mm$ 、長さ  $16 mm$ 、肉厚  $0.95 mm$  であり、実施例Aのものと同じサイズである。内径真円度と筒部偏肉量の軸方向での測定位置は、前記内径面の周方向面粗度の測定位置と同じ3箇所とし、筒部偏肉量については、これらの各軸方向位置で周方向に  $90^\circ$  の位相で4箇所、合計12箇所を測定した。内径真円度の測定にはテーラーホブソン社製の真円度測定機（タリロンド）を用い、筒部偏肉量の測定にはマイクロメータを用いた。実施例のものは、いずれも内径真円度が  $10 \mu m$  以下、筒部偏肉量が  $10 \mu m$  未満となっている。

#### 【0037】



【表 1】

シェル型外輪	内径真円度 ( $\mu\text{m}$ )	筒部偏肉量 ( $\mu\text{m}$ )
実施例 1	9	3
実施例 2	8	4
実施例 3	10	3
実施例 4	9	5
実施例 5	8	7
実施例 6	10	9
比較例 1	12	11
比較例 2	18	18
比較例 3	19	14
比較例 4	20	17
比較例 5	22	15
比較例 6	23	19

## 【0038】

表1に示した実施例および比較例のシェル型針状ころ軸受について、軸受寿命試験を行った。各実施例および比較例のサンプル数は8個とし、軸受寿命はL10寿命（サンプルの90%が破損しないで使える時間）で評価した。試験条件は、以下の通りである。

- ・アキシアル荷重：9.81 kN
- ・回転速度：5000 rpm
- ・潤滑油：スピンドル油VG2

## 【0039】

上記軸受寿命試験の結果を図5および図6に示す。図5は内径真円度とL10寿命の関係、図6は筒部偏肉量とL10寿命の関係である。シェル型外輪の内径真円度が $10\mu\text{m}$ 以下、筒部偏肉量が $10\mu\text{m}$ 未満である各実施例のものは、いずれもL10寿命が200時間を超え、軸受寿命が大幅に延長されている。したがって、図2の製造工程で製造されたシェル型外輪を有するシェル型針状ころ軸受は、音響レベルの低減だけでなく、軸受寿命も大幅に向上することが分かる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0040】

【図1】シェル型針状ころ軸受の実施形態を示す縦断面図

【図2】図1のシェル型針状ころ軸受の概略の製造工程を示す工程図

【図3】a、bは、それぞれ図2の製造工程で製造したシェル型外輪内径面の周方向と軸方向の面粗度を示すグラフ

【図4】シェル型針状ころ軸受の音響測定試験における外輪内径面の周方向面粗度と音響レベルの関係を示すグラフ

【図5】シェル型針状ころ軸受の軸受寿命試験におけるシェル型外輪の内径真円度とL10寿命の関係を示すグラフ

【図 6】 シェル型針状ころ軸受の軸受寿命試験におけるシェル型外輪の筒部偏肉量と L 1 0 寿命の関係を示すグラフ

【図 7】 絞りしごき試験におけるカップ成形物内外径面の面粗度とブランク素材の面粗度を示すグラフ

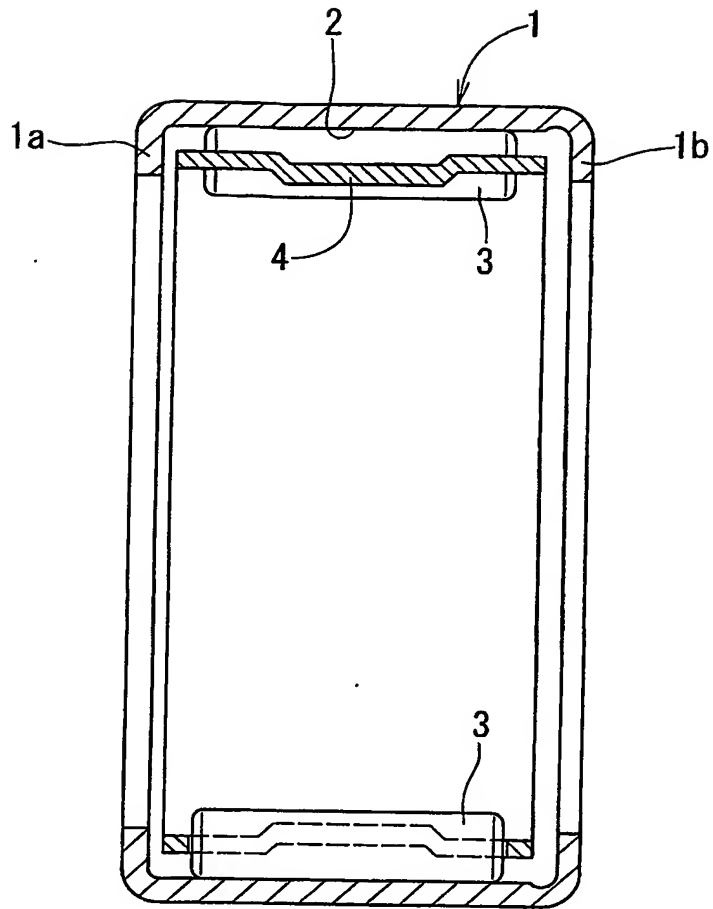
【図 8】 絞りしごき試験におけるカップ成形物上端部の板厚断面写真

【符号の説明】

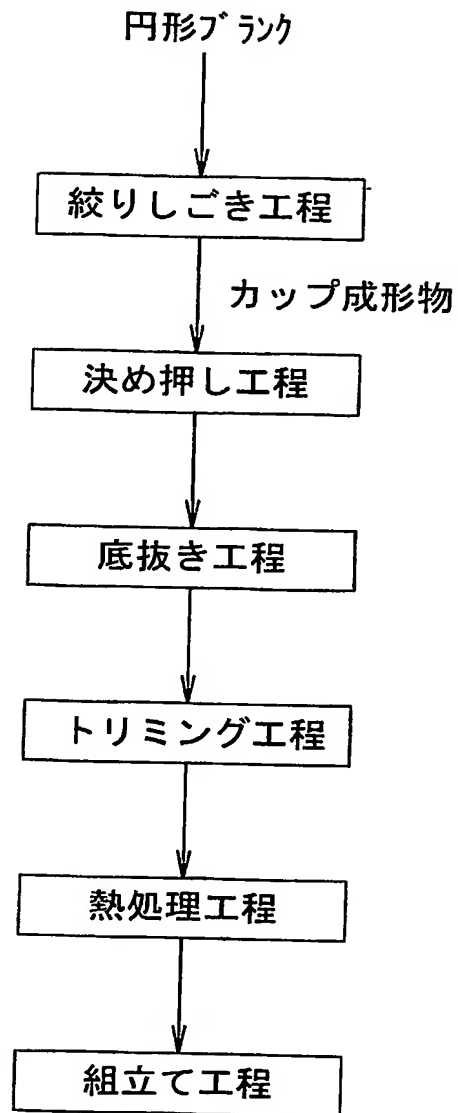
【 0 0 4 1 】

- 1 シェル型外輪
- 1 a、1 b 鋸
- 2 内径面
- 3 針状ころ
- 4 保持器

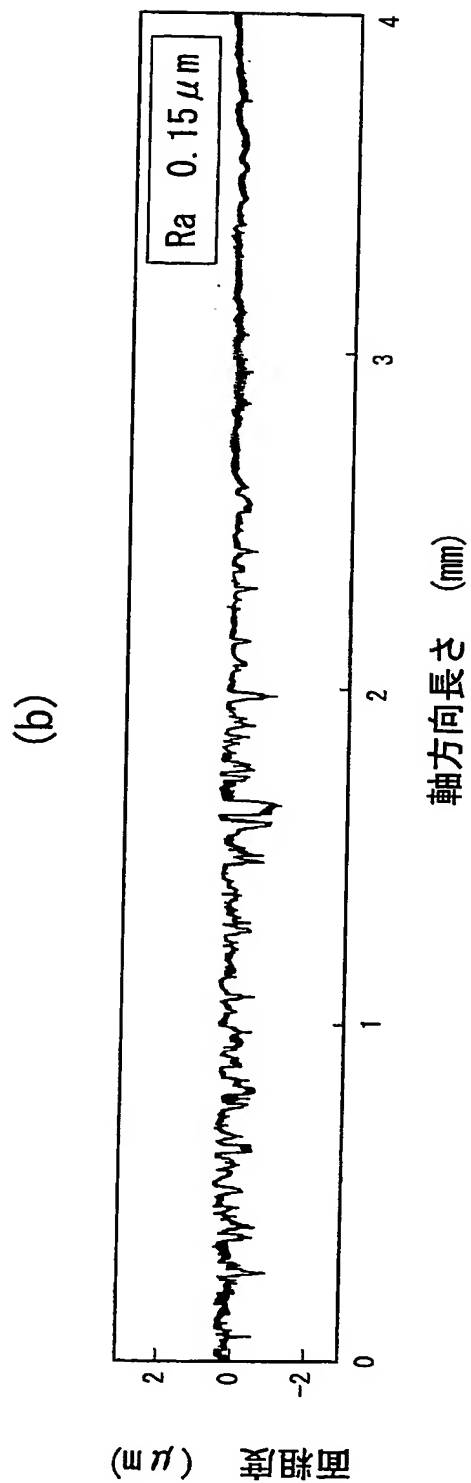
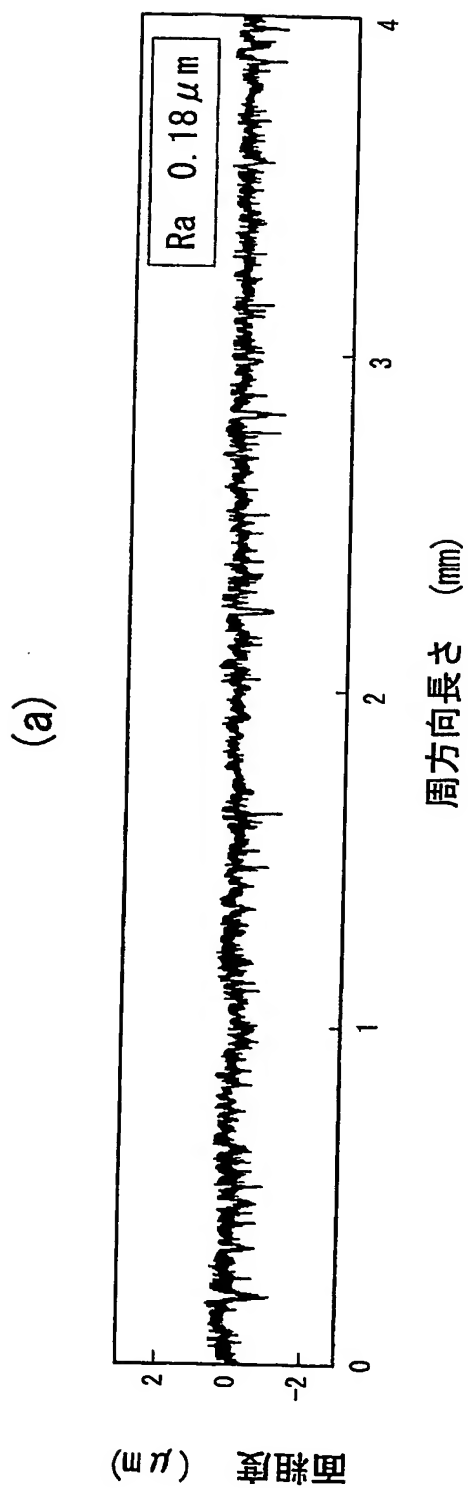
【書類名】 図面  
【図 1】



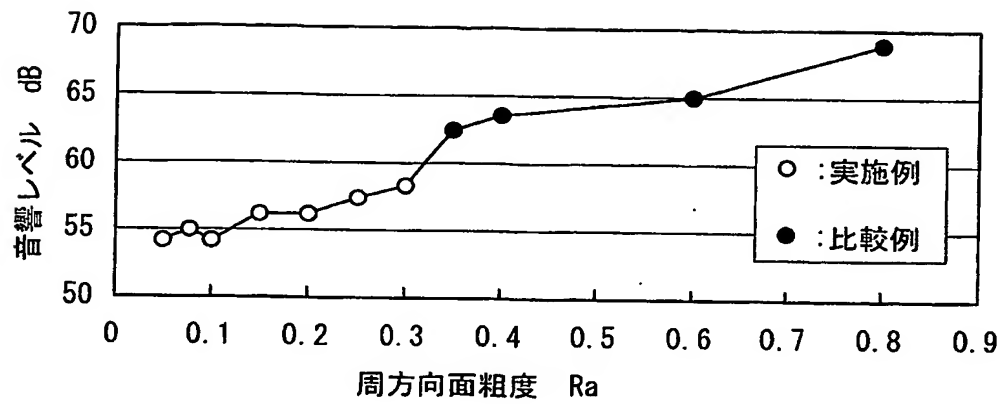
【図 2】



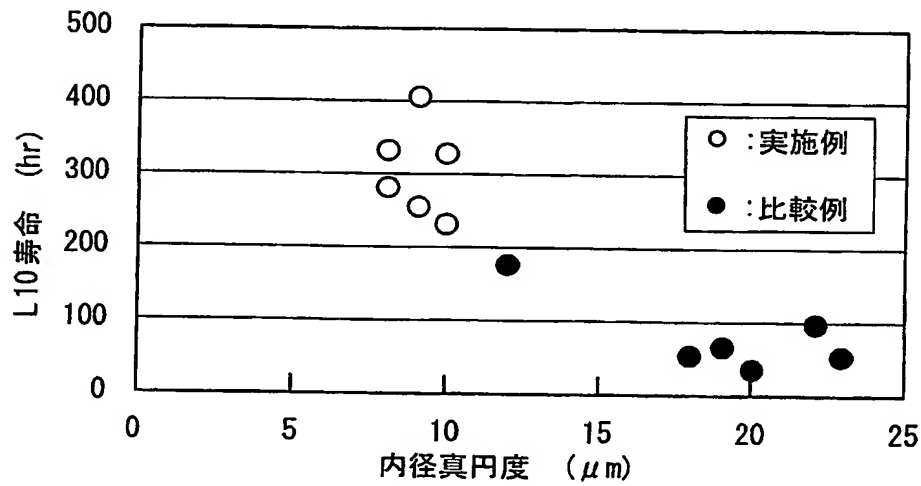
【図 3】



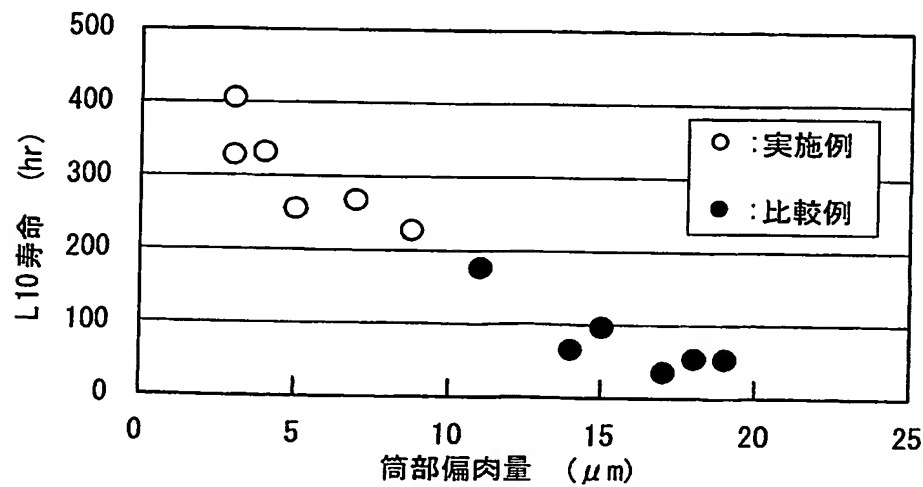
【図 4】



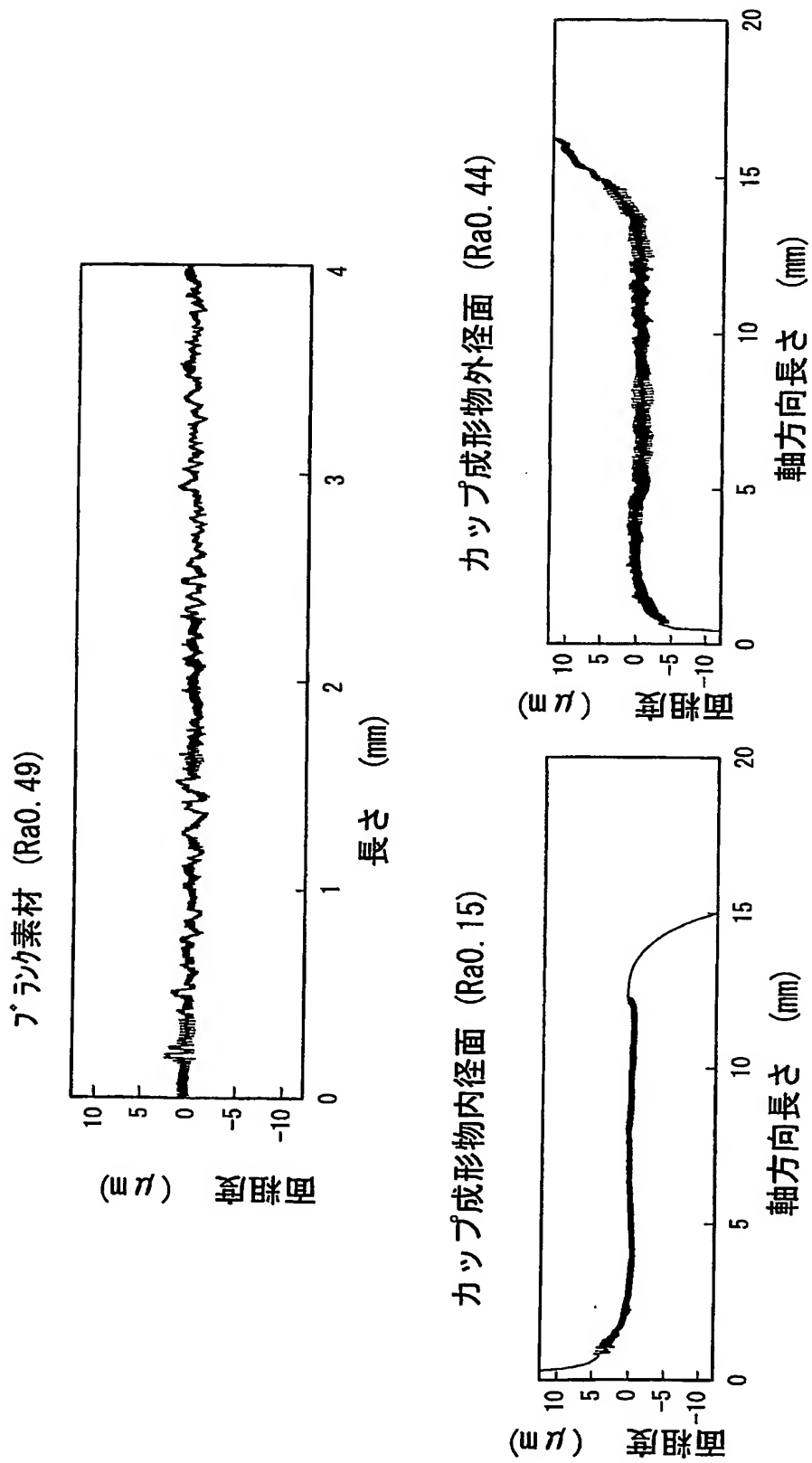
【図 5】



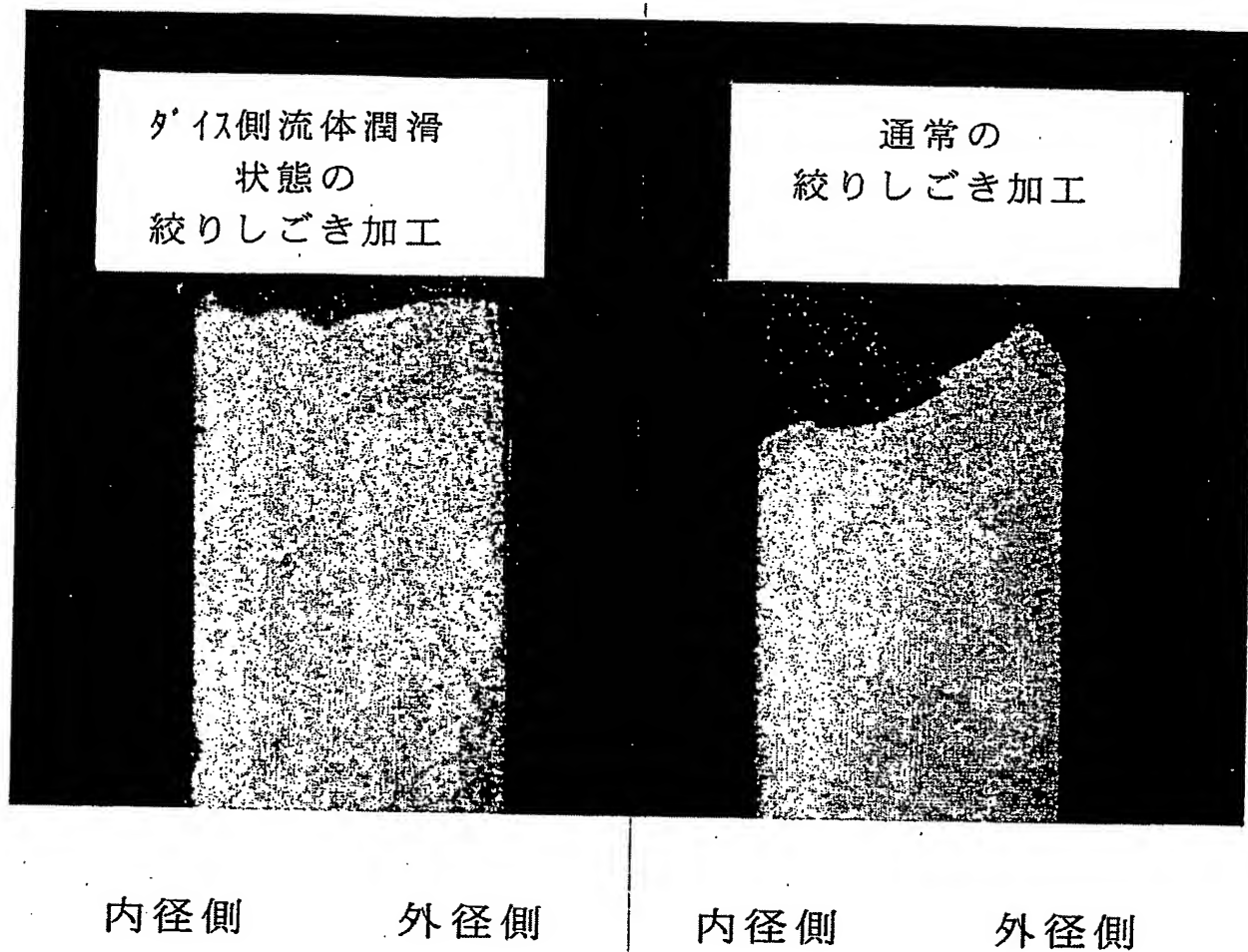
【図 6】



【図 7】



【図 8】





【書類名】要約書

【要約】

【課題】 シェル型針状ころ軸受の使用中の音響レベルを低減することである。

【解決手段】 プレス加工で形成されるシェル型外輪の内径面に沿って複数の針状ころを配列したシェル型針状ころ軸受において、シェル型外輪の内径面の周方向面粗度を  $Ra 0.05 \sim 0.3 \mu m$  とすることにより、軸受使用中の音響レベルを著しく低減できるようにした。

【選択図】 図 4

特願 2003-323240

ページ: 1/E

出願人履歴情報

識別番号

[000102692]

1. 変更年月日

2002年11月 5日

[変更理由]

名称変更

住 所

大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号

氏 名

NTN株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**